

# المتميز

الجزء النظري  
و  
حلول التمارين  
الوحدة الثالثة

في  
الرياضيات التطبيقية  
الديناميكا

$$u = n - d$$

$$ش = [ف, ق, ع, ف]$$

$$ض = n - e$$

$$ع = ع + د - n$$

الصف الثالث الثانوي  
القسم العلمي  
شعبة الرياضيات

إعداد : أحمد الشننوري

## الوحدة الثالثة .... الدفع و التصادم

## الدفع

٣ - ١

## أولاً : الدفع

إذا أثرت قوة  $\vec{F}$  ثابتة المقدار على جسم خلال فترة زمنية  $\Delta t$  فإن دفع هذه القوة و يرمز له بالرمز  $\vec{D}$  يعرف بأنه حاصل

متجه القوة فى زمن تأثيرها أى أن :  $\vec{D} = \vec{F} \Delta t$

## ملاحظات :

- (١) الدفع متجه له نفس اتجاه متجه القوة  
(٢) إذا كان :  $\vec{D}$  ،  $\vec{F}$  هما القياسين الجبريين لمتجهى الدفع و القوة على الترتيب فإن :  $\vec{D} = \vec{F} \Delta t$

## ثانياً : الدفع و كمية الحركة

- (١) بفرض أن : جسم ثابت الكتلة  $m$  أثرت عليه قوة ثابتة  $\vec{F}$  لفترة زمنية  $\Delta t$  فإن :  $\vec{D} = \vec{F} \Delta t$

$$\begin{aligned} \therefore \vec{D} &= \vec{F} \Delta t \\ \therefore \vec{D} &= m \Delta \vec{v} \end{aligned}$$

$$\therefore \vec{D} = m (\vec{v} - \vec{v}_0)$$

حيث :  $\vec{v}$  ،  $\vec{v}_0$  هما القياسان الجبريان لمتجهى السرعة الابتدائية و السرعة بعد زمن  $\Delta t$   
أى أن : الدفع يساوى التغير فى كمية الحركة

(٢) بفرض أن : جسم ثابت الكتلة  $m$  أثرت عليه قوة متغيرة  $\vec{F}$

أى أن :  $\vec{D} = \vec{F} \Delta t$

فإن : دفع القوة خلال فترة زمنية  $[\Delta t_1, \Delta t_2]$

يعطى بالتكامل الآتى : الدفع =  $\int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt$

$$\therefore \vec{D} = \vec{F} \Delta t \quad \therefore \vec{D} = \vec{F} \Delta t \quad \therefore \vec{D} = \vec{F} \Delta t$$

و بتكامل الطرفين خلال الفترة الزمنية  $[\Delta t_1, \Delta t_2]$  ينتج :

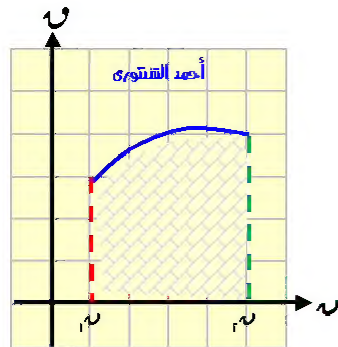
$$\int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt = \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt = \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt$$

$$= \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt = \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt = \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt$$

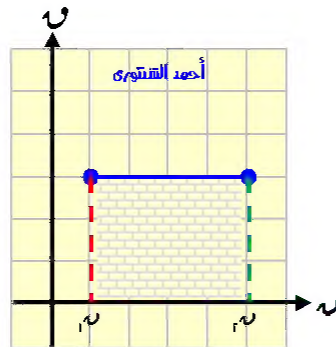
أى أن : الدفع يساوى التغير فى كمية الحركة

## ملاحظة :

الدفع =  $\int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \vec{F} dt$  = مساحة المنطقة المظللة تحت المنحنى



القوة متغيرة المقدار



القوة ثابتة المقدار

وحدات قياس مقدار الدفع :

$$(1) \therefore d = v \cdot t$$

$\therefore$  وحدة قياس مقدار الدفع = وحدة قياس مقدار القوة  $\times$  وحدة قياس الزمن

الدفع ( د )	القوة ( ف )	الزمن ( ت )
نيوتن . ث	نيوتن	ث
داين . ث	داين	ث

$$(2) \therefore d = k (E - E_0)$$

$\therefore$  وحدة قياس مقدار الدفع = وحدة قياس مقدار الكتلة  $\times$  وحدة قياس مقدار السرعة

الدفع ( د )	القوة ( ف )	الزمن ( ت )
كجم . م / ث	كجم	م / ث
جم . سم / ث	جم	سم / ث

إجابة حاول أن تحل (1) صفحة ٢١٧

أثرت قوة مقدارها ١٠ داين على جسم لفترة زمنية ١.٠ ثانية  $10^{-1}$  أوجد دفع القوة بوحدة نيوتن . ث

الحل

$$\therefore v = 10^{-1} \text{ داين} = 10^{-1} \div 10^{-1} = 1 \text{ نيوتن}$$

$$\therefore \text{الدفع} = v \cdot t = 1 \cdot 10^{-1} = 10^{-1} \text{ نيوتن . ث}$$

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ٢١٨

أثرت القوى  $\vec{F}_1 = 2 \text{ س} + 3 \text{ ص}$  ،  $\vec{F}_2 = 0 \text{ س} - 5 \text{ ص}$  على جسم لمدة ثانية واحدة أوجد مقدار دفع القوة على الجسم إذا كان معيار القوة يقاس بوحدة نيوتن

الحل

$$\therefore \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 2 \text{ س} + 3 \text{ ص} - 5 \text{ ص} = 2 \text{ س} - 2 \text{ ص}$$

$$\therefore \vec{F} = 2 \text{ س} - 2 \text{ ص} = 2 \text{ س} - 2 \text{ ص} = 2 \text{ س} - 2 \text{ ص}$$

$$= 2 \text{ س} - 2 \text{ ص} = 2 \text{ س} - 2 \text{ ص}$$

، مقدار الدفع =  $9 + 16 = 25$  نيوتن . ث

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ٢١٩

الشكل المقابل يمثل :

( منحنى القوة - الزمن ) أوجد مستخدماً التكامل :

(أ) دفع القوة  $F$  خلال الثانية الأولى(ب) دفع القوة  $F$  خلال الثواني الخمسة الأولى

حيث : مقدار القوة  $F$  خلال مقدرة بالنيوتن ، الزمن  $t$  بالثانية

الحل

$$\text{احداثي نقطة } P = (2, 0) = (2, 0)$$

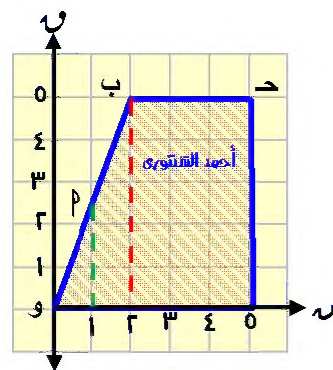
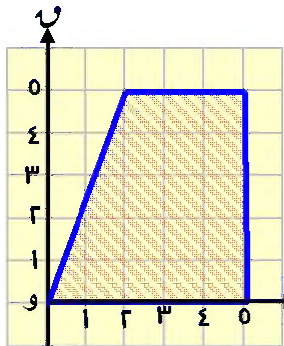
$$\text{احداثي نقطة } B = (0, 2) = (0, 2)$$

$$\text{احداثي نقطة } C = (0, 0) = (0, 0)$$

$$\vec{P} \text{ يمر بالنقطتين } (2, 0) \text{ ، } (0, 0)$$

$$\therefore \text{ميله} = 2, 0 \text{ ، و معادلته هي :}$$

$$v = 2, 0 \text{ ، و نفس معادلة } \vec{P} \text{ و } \vec{B}$$



## إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ٢٢.

أثرت قوة ثابتة مقدارها  $u$  على جسم كتلته  $10$  لمدة  $\frac{1}{9}$  ثانية فغيرت سرعته من  $3$  م/ث إلى  $0.4$  كم/س فى اتجاه القوة و كان دفع القوة يساوى  $4.8$  نيوتن . ث فأوجد كتلة الجسم و مقدار القوة بثقل الكجم

الحل

بفرض  $\vec{u}$  متجه وحدة فى اتجاه السرعتين  
فيكون القياس الجبرى للسرعتين هما :

$$\begin{aligned} \vec{u} &= \frac{0.4}{10} \times 10 = 0.4 \text{ م/ث} \\ \therefore \vec{u} &= \frac{0.4}{10} \times 10 = 0.4 \text{ م/ث} \\ \therefore \vec{u} &= \frac{0.4}{10} \times 10 = 0.4 \text{ م/ث} \end{aligned}$$

$$\therefore u = 4.8 \text{ نيوتن} = 9.8 \div 2.0 = 2.0 \text{ ث كجم}$$

## إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ٢٢.

جسم كتلته  $3$  كجم يتحرك بسرعة  $\vec{u} = 0.5 - 2\vec{v}$  أثرت عليه قوة ثابتة لمدة زمنية  $u$  ، و كان دفع القوة على الجسم يساوى  $7\vec{v} + 9\vec{u}$  ، أوجد سرعة الجسم بعد تأثير القوة إذا كانت السرعة بوحدة م/ث ، مقدار الدفع بوحدة نيوتن . ث

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \vec{u} &= \vec{u} - \vec{u} \\ \therefore \vec{u} &= \vec{u} - \vec{u} \\ \therefore \vec{u} &= \vec{u} - \vec{u} \end{aligned}$$

أحمد الشنتوي

$\vec{u}$  أفقى ، و يمر بالنقطتين ب ، ح .  $\therefore$  معادلته هى :  $0 =$

$$(P) \text{ دفع القوة } u \text{ خلال الثانية الأولى} = [u \cdot 1] = 2.0 \cdot 1 = 2.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$[2.0 \cdot \frac{1}{9}] = [2.0 \cdot 1] = 2.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$(B) \text{ دفع القوة } u \text{ خلال الثانى الخمسة الأولى} = [u \cdot 5] = 2.0 \cdot 5 = 10.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$[2.0 \cdot 5] + [2.0 \cdot 1] = [2.0 \cdot 6] = 12.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$[2.0 \cdot 5] + [2.0 \cdot 1] = [2.0 \cdot 6] = 12.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$[2.0 \cdot 5] + [2.0 \cdot 1] = [2.0 \cdot 6] = 12.0 \text{ نيوتن . ث}$$

$$10 + 0 = 10 \text{ نيوتن . ث}$$

## القوى الدفعية :

هى قوة كبيرة جداً تؤثر لفترة زمنية صغيرة و تحدث تغيراً هائلاً فى كمية حركة الجسم دون أن تحدث تغيراً يذكر فى موضعه و الحركة الناتجة عند تأثير هذه القوى تسمى حركة دفعية **فمثلاً** : عندما تضرب كرة البيسبول فإن زمن التلامس بين المضرب و الكرة صغيراً للغاية مع أن القوة المؤثرة على الكرة كبير جداً و يكون الدفع كبيراً بما يكفى ليغير كمية حركة الكرة دون تغير يذكر فى موضع الكرة أثناء زمن تأثير القوة عند تأثير قوة دفعية على جسم يكون :

$$\vec{u} = \vec{u} + \vec{u}$$

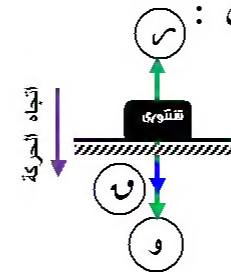
$$\vec{u} = \vec{u} + \vec{u}$$



## ملاحظة :

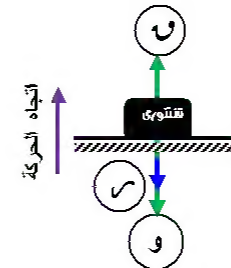
فى الحركة الرأسية لجسم يجب ملاحظة الفرق بين رد الفعل (  $r$  ) و القوة الدفعية (  $u$  ) لجسم وزنه (  $w$  ) فى الحالات الآتية :

( ١ ) عند سقوط الجسم رأسياً لأسفل على سطح الأرض :



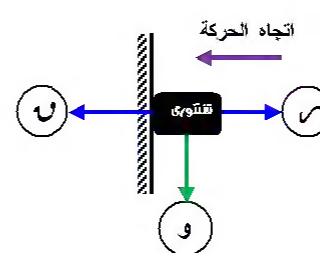
ضغط الجسم على الأرض =  
رد فعل الأرض على الجسم =  
القوة الدفعية + وزن الجسم  
أى أن :  $u = r = w$  و

( ٢ ) عند قذف الجسم رأسياً لأعلى و اصطدامه بسقف حجرة :



ضغط الجسم على الأرض =  
رد فعل الأرض على الجسم =  
القوة الدفعية + وزن الجسم  
أى أن :  $u = r = w$  و

( ٣ ) عند قذف الجسم أفقياً و اصطدامه بجائط رأسى :

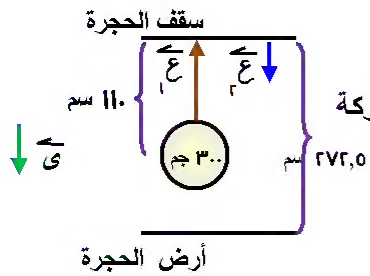


ضغط الجسم على الأرض =  
رد فعل الأرض على الجسم =  
القوة الدفعية  
أى أن :  $u = r = w$  و

## إجابة حاول أن تحل (٦) صفحة ٢٢٢

جسم كتلته ٣٠٠ جم قذف رأسياً لأعلى بسرعة ٨٤٠ سم / ث من نقطة تقع أسفل سقف حجرة بمقدار ١١٠ سم فاصطدم بالسقف ، و ارتد إلى أرض الحجرة بعد  $\frac{1}{4}$  ثانية من الارتداد أوجد دفع السقف للجسم علماً بأن ارتفاع السقف ٢٧٢,٥ سم ، و إذا كان زمن التلامس  $\frac{1}{4}$  ثانية فأوجد القوة الدفعية

## الحل



باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\therefore u = r - w \quad \text{ع ٢ ف}$$

$$\therefore u = r - w \quad \text{ع ٢ ف}$$

$$\text{و منها : } u = 700 \text{ سم / ث}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$

$$\therefore u = 700 \text{ سم / ث} \quad \text{" سرعة الجسم قبل الاصطدام بالسقف مباشرة "}$$



∴ ع = ٢٨٠ - سم / ث " سرعة الكرة قبل الاصطدام بالميزان مباشرة "

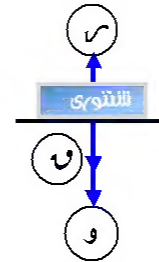
$$\therefore 1, \dots, n = [(-) - (n)] \times \dots = \text{جم. سم} / \text{ث}$$

$$\frac{1}{V} \times V = 1 \therefore \quad \therefore V = 1 \therefore$$

$19,6 = \text{نيوتن} = 9,8 \div 2 = \text{كجم}$

$$u + v = r \quad , \quad u = 1 \text{ ث حجم}$$

∴ م " قراءة الميزان " = ٢ + ١ = ٣ ث حجم



## 0

كرة تنس كتلتها ٤٠ جم تتحرك أفقياً بسرعة ٥٠ سم / ث اصطدمت بالمضرب فارتدت في الاتجاه المضاد بسرعة ١١٠ سم / ث ، أوجد مقدار دفع المضرب على الكرة ، و إذا كان زمن تلامس الكرة مع المضرب  $\frac{1}{9}$  من الثانية فما مقدار قوة دفع المضرب على الكرة

For *minutes*

أولاً : أختَرِ الإجابة الصحيحة من الإجابات المعطاة :

(1) إذا أثرت قوة مقدارها 16 نيوتن على جسم لمدة ربع ثانية فإن مقدار دفع القوة على الجسم بوحدة نيوتن. ث يساوى ....

٦٤ (٤)                      ٤٩ (١)                      ٣٢ (ب)                      ٤ (پ)

(٢) إذا مقدار دفع قوة  $\vec{F}$  على جسم لمدة  $t$  يساوى  $\vec{p}$  نيوطن . ث  
فإن مقدار  $\vec{F}$  يساوى ....

(پ) ۱.۰ داین    (ب) ۱.۰ داین    (ح) ۱.۰ نیوتن    (ع) ۱.۰ نیوتن

(٣) إذا أثرت القوتان  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  على جسم ما، فإن القوة الناتجة  $\vec{F}_R$  هي:

$\overline{u} = \overline{s} - \overline{v} - \overline{e}$  على جسم لفترة زمنية قدرها

ثانية فإن مقدار دفع القوى بوحدة نيوتن . ث يساوى ....

$$\overline{\Gamma} \vdash 1.. \text{ (ع)} \quad \overline{\Gamma} \vdash 0. \text{ (ح)} \quad \overline{\Gamma} \vdash 1. \text{ (ب)} \quad \overline{\Gamma} \vdash 0 \text{ (پ)}$$

$$\therefore \vec{v} = \vec{u} = 3 \times 2 = 6 \text{ م/ث} \\ \vec{v} = 3 \times 2 = 6 \text{ م/ث} \\ \vec{v} = 3 \times 2 = 6 \text{ م/ث}$$

مقدار الدفع =  $10 \times 3 = 30$  نيوتن . ث

(٤) د = مساحة المنطقة تحت المنحنى =  $3 \times 2 = 6$  نيوتن . ث

(٥)  $\therefore \vec{v} = \vec{u} = 3 \times 2 = 6$  م/ث

$\therefore 9 \times 0 = 0$  م/ث  $\times$  التغير في السرعة  $\therefore$  التغير في السرعة =  $20$  م/ث

(٦) د = مساحة المنطقة تحت المنحنى

$$= \frac{1}{2} \times (20 + 40) \times 100 = 3000 \text{ نيوتن . ث}$$

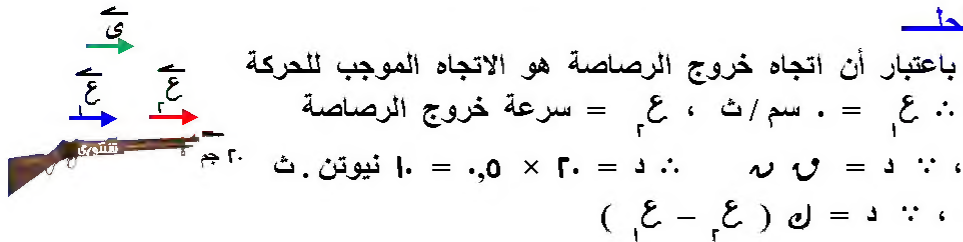
ثانياً : أجب عن الأسئلة الآتية :

(٧) أطلقت رصاصة كتلتها  $2$  كجم من بندقية أفقياً ، فإذا استمر مسارها

داخل البندقية لمدة  $0.5$  ثانية ، و كان مقدار قوة دفع البندقية عليها

$2$  نيوتن أوجد سرعة خروج الرصاصة من فوهة البندقية

الحل



باعتبار أن اتجاه خروج الرصاصة هو الاتجاه الموجب للحركة

$\therefore \vec{v} = 0.5 \text{ م/ث} , \vec{v} = \text{سرعة خروج الرصاصة}$

$\therefore \vec{v} = \vec{u} = 0.5 \times 2 = 1$  نيوتن . ث

$\therefore \vec{v} = \vec{u} = 0.5 \times 2 = 1$  نيوتن . ث

$\therefore 10 = \frac{1}{2} \times (0 - \vec{v})$  ومنها :  $\vec{v} = 20$  م/ث

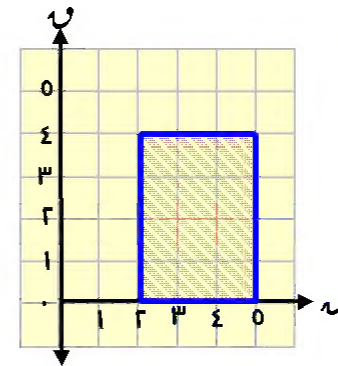
(٨) مدفع سريع الطلقات يطلق الصاصات رأسياً لأعلى كتلة الواحدة منها

$0.5$  جم فإذا كان متوسط قوة دفع الغاز في اسطوانة المدفع على

الرصاصة هو  $20$  نيوتن وتؤثر لمدة  $2$  ثانية حتى لحظة خروج

الرصاصة من فوهة المدفع أحسب زمن وصول الرصاصة إلى أقصى

ارتفاع مستخدماً العلاقة بين الدفع و كمية الحركة



(٤) إذا أثرت قوة ثابتة المقدار على

جسم لفترة زمنية كما هو معطى

في الشكل المقابل فإن مقدار الدفع

بوحدة نيوتن . ث يساوى ....

(ب) ١٢ (د) ٨

(ج) ٢٠ (٤) ٥٠

(٥) إذا أثرت قوة مقدارها  $9$  نيوتن على جسم كتلته  $1$  كجم لمدة  $0$

ثوانٍ فإن مقدار التغير في سرعة الجسم في اتجاه القوة نفسه

يساوى ....

(ب)  $20$  م/ث (ب)  $50$  م/ث (ج)  $90$  م/ث (٤)  $120$  م/ث

(٦) جسم كتلته  $2$  كجم موضوع على مستوى أفقى أملس

فإذا تحرك هذا الجسم تحت تأثير قوة

اتجاهها ثابت و يتغير مقدارها مع

الزمن كما هو موضح بالشكل فإن

مقدار الدفع لهذه القوة بعد  $2$  ثانية

بوحدة نيوتن . ث يساوى ....

(ب)  $200$  (د)  $100$

(ج)  $300$  (٤)  $200$

الحل

(١)  $\therefore \vec{v} = \vec{u} = 16 \times \frac{1}{2} = 8$  نيوتن . ث

(٢)  $\therefore \vec{v} = \vec{u} = 10 \times 1 = 10$  نيوتن . ث

$\therefore \vec{v} = \vec{u} = 3 + 4 + 0 = 7$  نيوتن . ث

الحل

باعتبار أن الاتجاه لأعلى هو الاتجاه الموجب للحركة

∴ ع<sub>١</sub> = ٠ سم/ث ، ع<sub>٢</sub> = سرعة خروج الرصاصة

∴ د = ٠ م ، ∴ د = ٠ ∴ ٠ = ٠,٢ × ٢٥٠ = ٥٠ نيوتن . ث

∴ د = ٠ ∴ ( ع<sub>٢</sub> - ع<sub>١</sub> )∴ ٥٠ = ٠,٢ × ( ع<sub>٢</sub> - ٠ ) ∴ ع<sub>٢</sub> = ١٠٠ م/ثعند أقصى ارتفاع : ع<sub>٢</sub> = ١٠٠ م/ث ، ع<sub>١</sub> = ٠∴ ع = ع<sub>٢</sub> - ع<sub>١</sub> = ١٠٠ - ٠ = ١٠٠ م

و منها : ∴ ٩,٨ = ١٠٠

(٩) سقطت كرة من المطاط كتلتها ٢٠ جم من ارتفاع ٦,٤ متر من سطح

الأرض فارتدت رأسياً إلى أعلى فإذا كان متوسط القوة التي تبذلها

الأرض على الكرة ١٨٢ × ١٠<sup>٢</sup> داین و أن زمن تلامس الكرة بالأرض

٠,٢ من الثانية فأوجد :

(٢) مقدار دفع الكرة للأرض

(ب) أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة بعد ارتدادها

الحل

(٢) ∴ د = ٠ م

∴ د = ٠ ∴ ١٨٢ × ١٠<sup>٢</sup> × ٠,٢ =

= ٣٦٤٠٠ داین . ث

(ب) باعتبار أن الاتجاه لأعلى هو الاتجاه الموجب للحركة

∴ ع<sub>١</sub> = ع<sub>٢</sub> + ع<sub>٣</sub> = ٠ ∴ ١٢٥,٤٤ = ٦,٤ × ٩,٨ × ٢ + ٠∴ ع<sub>١</sub> = ع<sub>٢</sub> = ١١,٢ م/ث = ١١٢٠ سم/ث، ع<sub>٣</sub> = سرعة ارتداد الكرة

$$\therefore د = ٠ \text{ م } \therefore ( ع_٢ - ع_١ ) \times \frac{٢}{١٠٠} = ٠ \therefore [ ( ١١٢٠ - ) - ع_٢ ] \times \frac{٢}{١٠٠} = ٠$$

و منها : ع<sub>٢</sub> = ٧٠٠ سم/ث = ٧ م/ثعند أقصى ارتفاع : ع<sub>٢</sub> = ٧ م/ث ، ع<sub>١</sub> = ٠

$$\therefore ع = ع_٢ - ع_١ = ٧ - ٠ = ٧ \text{ م/ث} \therefore ( ٧ ) \times ٢ - ٩,٨ \times ٢ = ٠$$

و منها أقصى ارتفاع : ف = ٢,٥ متر

(١٠) تتحرك كرة ملساء كتلتها ٢٠٠ جم في خط مستقيم على أرض أفقية

ملساء بسرعة ١٠ م/ث فإذا اصطدمت الكرة بحائط رأسي و ارتدت

بسرعة ٤ م/ث أوجد

(٢) مقدار دفع الحائط للكرة

(ب) مقدار قوة دفع الحائط للكرة إذا كان زمن تلامس الكرة بالحائط

٠,٠٥ من الثانية

الحل

(٢) باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\therefore ع_١ = ١٠ - ٤ = ٦ \text{ م/ث} \therefore ع_٢ = ٤ \text{ م/ث}$$

$$\therefore د = ٠ \text{ م } \therefore ( ع_٢ - ع_١ )$$

$$\therefore د = ٠ \therefore [ ( ١٠ - ) - ٤ ] \times \frac{٢}{١٠٠} = ٢,٨ \text{ كجم . ث}$$

$$\therefore د = ٠ \therefore ٢,٨ \times ٠,٠٥ = ٠,٩ \text{ نيوتن}$$

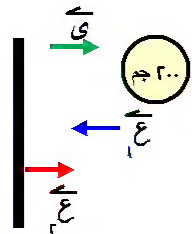
و منها : ٠,٩ = ٠,٩ نيوتن

(١١) عربة سكة حديد كتلتها ١٠ طن تسير بسرعة ١٨ كم/س صدمت

حاجز الاصطدام و ارتدت بسرعة ٩ كم/س

أوجد مقدار دفع الحاجز للعربة

الحل





(0)  $10 \times 9,8 \times 2 = 196$  ج. = 2 ج. = 2  
 من (2) ، (0) ينتج :  $196 = 2 \times 9,8 \times 2$  ج. = 2 ج. = 2  
 من (3) ، (1) ينتج :  $196 = 2 \times 9,8 \times 2$  ج. = 2 ج. = 2  
 بالتعويض في (3) ينتج :  $196 = 2 \times 9,8 \times 2$  ج. = 2 ج. = 2  
 ومنها :  $196 = 2 \times 9,8 \times 2$  ج. = 2 ج. = 2

(١٣) قذفت كرة كتلتها ١ كجم رأسياً لأعلى و باتجاه سقف يرتفع عن نقطة القذف مسافة ٣٦. سم بسرعة مقدارها ١٤ م / ث فإذا اصطدمت بالسقف و ارتدت بسرعة ١٠ م / ث أوجد مقدار قوة دفع السقف على الكرة إذا كان زمن تلامس الكرة مع السقف ٠.٢ من الثانية

**الحل:** باعتبار الاتجاه رأسياً لأسفل هو الاتجاه الموجب للحركة

$\therefore E' = E - 2 \text{ أف}$

سقف الحجرة

ع ١ ع ٢

٣ ٣.٦

٥

$120,52 = 3,7 \times 9,8 \times 2 - (12) =$   
 $\therefore \text{ع}_1 = 11,2 - \text{ع}_2 = 10$   
 $\therefore \text{د} = (\text{ع}_1 - \text{ع}_2)$   
 $\therefore \text{د} = 1 = [ (11,2 - ) - 10 ] \times 1$   
 $\therefore \text{د} = 1,2 \times 10 = 12$   
 ومنها :  $1.60$  نيوتن

(١٤) مدفع سريع الطلقات يطلق ٦٠٠ رصاصة في الدقيقة كتلة كل واحدة منها ٣٩,٢ جم بسرعة ١٢٦٠ كم / س  
أحسب قوة رد الفعل المؤثر على المدفع بثقل الكيلوجرام



باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\therefore \frac{1}{18} \times 18 = 1 \text{ ع}$$

$$\text{ث / ر } 2,0 = \frac{9}{18} \times 9 = 4,5$$

$$(\mathcal{E} - \mathcal{E}') \mathcal{O} = 0 \quad \therefore$$

$$\therefore 1. \times V_0 = [(0) - 1,0] \times 1. \times 1. = -1 \text{ كجم. م / ث}$$

(١٢) عربة ساكنة كتلتها ١ طن دفعت في اتجاه حركتها بقوة ٢٠٠ ث حجم

لمدة 0 ثوانٍ ثم تركت العرببة و شأنها فعادت إلى حالة السكون مرة أخرى بعد 10 ثانية أوجد مقدار المقاومة بفرض ثبوتها في الحالتين و كذلك أقصى سرعة و صلتها العرببة مستخدماً العلاقة بين الدفع و كمية الحركة



باعتبار الاتجاه الموجب للحركة

كما هو مبين بالشكل المقابل

المرحلة الأولى من ٢ إلى ب :

$$ع_1 = ع_2 = \text{سرعة العربَة عند ب}$$

$$(\cdot - \mathcal{E}) \times \mathbb{I} \times \mathbb{I} = \mathbb{I} \therefore (\mathcal{E} - \mathcal{E}) \mathcal{I} = \mathbb{I} \therefore ,$$

∴ 1... = ع (1) ، ∴ القوى المؤثرة على العربة = و - م

$$(7) \quad 0 \times 9,8 \times (2 - 2..) = 0 \times (2 - 0) = 0.$$

من (١) ، (٢) ينتج :  $100 - 98.0 = 2.0$  ع

المرحلة الثانية من ب إلى ء :

ع<sub>1</sub> = سرعة العربة عند ب ، ع<sub>2</sub> = ع<sub>1</sub> .

$$(\mathcal{E} - \cdot) \times \mathbb{F}_1 \times 1 = 1 \therefore (\mathcal{E} - \mathcal{E}) \mathcal{O} = 1 \therefore$$

∴  $d = 1 \dots c$  (2) ، ∴ القوى المؤثرة على العربة =  $m$

على الجسم يعطى بالعلاقة  $\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$  أوجد قيمة  $p$  ، ب

**الحل**

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u} \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

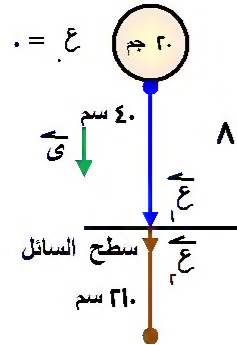
$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

(IV) جسم كتلته ٢٠ جم سقط من ارتفاع ٤٠ سم عن سطح بركة من الماء

فغاص فى الماء و قطع مسافة ٢١٠ سم خلال ثانية واحد بعجلة ٢,١ م/ث<sup>٢</sup> أوجد مقدار دفع الماء على الجسم نتيجة تصادمه بسطح الماء

**الحل**



باعتبار الاتجاه رأسياً لأسفل هو الاتجاه الموجب للحركة قبل أن يلامس الجسم سطح الماء مباشرة فإن :

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

و هى السرعة قبل دخول الجسم الماء مباشرة الحركة داخل الماء :

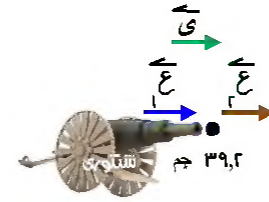
$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$



باعتبار الاتجاه الموجب للحركة كما هو مبين بالشكل المقابل

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

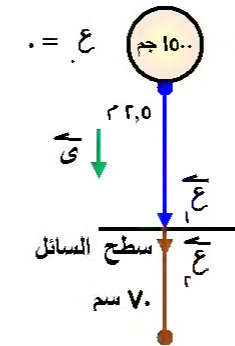
$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

(١٤) كرة كتلتها ١٠٠ جم سقطت من ارتفاع ٢,٥ متر على سطح سائل

لزج فغاص فيه بسرعة منتظمة و قطعت مسافة ٧٠ سم فى ٠,٢ من الثانية أحسب مقدار دفع السائل على الكرة

**الحل**



باعتبار الاتجاه رأسياً لأسفل هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

$$\vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t \Rightarrow \vec{v} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{a}t$$

## التصادم

٣ - ٢

تعريف :

يعتبر تصادم الأجسام تطبيقاً عملياً لكمية الحركة ، فعند تصادم جسمين فى غياب أى مؤثر خارجى فإن كل جسم سيغير من كمية حركة الجسم الآخر و بالتالى يؤثر كل جسم على الآخر بقوة و باعتبار أن التصادم لحظى ( يستغرق وقتاً متناهياً فى الصغر ) فإن هذه القوة هى نوع من القوى الدفعية و طبقاً لقانون نيوتن الثالث فإن القوتين متساويتين فى المقدار و متضادتين فى الاتجاه و خطأ عملهما واحد و على ذلك فإن التغير فى كمية حركة الجسمين يظل ثابتاً و هو ما يعرف بقانون الحفظ على كمية الحركة ، كما أن دفع الجسم الأول على الثانى يكون مساوياً فى المقدار و مضاد فى الاتجاه لدفع الجسم الثانى على الأول

أنواع التصادم :

هناك صور عديدة للتصادم منها المرن و غير المرن

أولاً : التصادم المرن :


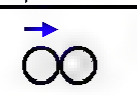
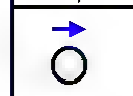



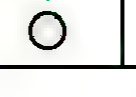
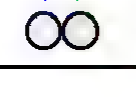

إذا لم يحدث تشوه أو توليد حرارة نتيجة تصادم جسمين ( لم يحدث فقد فى طاقة الحركة ) يقال أن هذا التصادم مرن

فمثلاً :

عندما تصدم كرة بلياردو متحركة كرة أخرى ساكنة لها نفس الكتلة نجد أن : الكرة الأولى تسكن فى حين تتحرك الكرة الثانية بسرعة ابتدائية تساوى سرعة الكرة الأولى الابتدائية قبل التصادم أى أن كمية الحركة قد انتقلت كلياً من الكرة الأولى إلى الكرة الثانية

تصادم الكرات الملساء :

يلاحظ أنه خلال عملية التصادم بين الأجسام أن المجموع الاتجاهى لكميات الحركة قبل التصادم و بعده يكون متساوياً

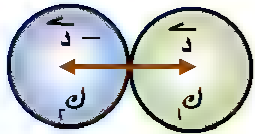
قبل التصادم	التصادم	بعد التصادم
		
		
		

ملاحظات :

- (١) إذا تصادمت كرتان متساويتان تصادماً مباشراً فإن التصادم بينهما يحدث عند نقطة تلامسهما
- (٢) فى التصادم المباشر تكون السرعتان قبل التصادم مباشرة توازيان خط المركزين عند لحظة التصادم
- (٣) إذا تصادمت كرتان متساويتان تصادماً مباشراً فإن دفع الكرة الأولى على الكرة الثانية يساوى فى المقدار و يضاد فى الاتجاه لدفع الكرة الثانية على الكرة الأولى
- (٤) إذا تصادمت كرتان متساويتان تصادماً مباشراً فإن التغير فى كمية حركة أى منهما يساوى الدفع المؤثر عليها

الحفاظ على كمية الحركة :

فى الشكل المقابل :



بفرض أن : كتلة الكرة الأولى  $m_1$  ، كتلة الكرة الثانية  $m_2$  ، و أن دفع  $\vec{p}_1$  هو دفع الكرة الأولى

على الثانية فيكون  $-\vec{p}_2$  دفع الكرة الثانية على الأولى

، أن  $\vec{e}_1$  ،  $\vec{e}_2$  هما متجهتا سرعة الكرتين قبل التصادم مباشرة ،

## استخدام القياسات الجبرية :

يمكن استخدام القياسات الجبرية لمتجهات السرعة و الدفع و على ذلك يمكن اعادة صياغة العلاقات الثلاث السابقة على النحو الآتي :

$$k_1 \vec{e}_1' - k_1 \vec{e}_1 = k_2 \vec{e}_2' - k_2 \vec{e}_2 \quad , \quad k_1 \vec{e}_1' + k_1 \vec{e}_1 = k_2 \vec{e}_2' + k_2 \vec{e}_2$$

## ملاحظات :

- (١) دفع الكرة الأولى على الثانية = التغير في كمية حركة الكرة الثانية
- (٢) دفع الكرة الثانية على الأولى = التغير في كمية حركة الكرة الأولى
- (٣) عند تطبيق العلاقات الثلاث السابقة يراعى :

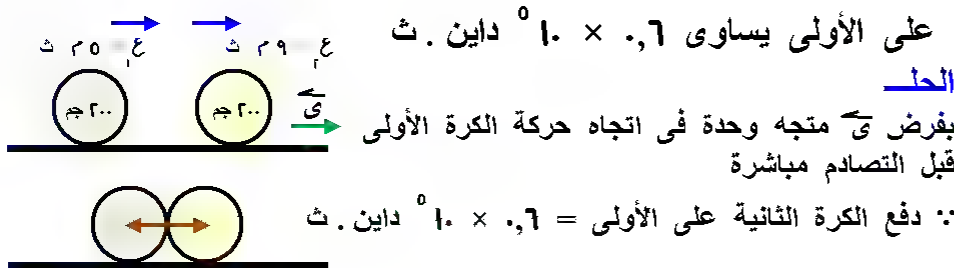
- (١) فرض متجه وحدة في اتجاه متجه سرعة الكرة الأولى قبل التصادم مباشرة مثلاً و عليه يتم تحديد إشارة القياسات الجبرية لكل السرعات
- (٢) توحيد وحدات الكتل و السرعات ، و لا أهمية لاستخدام وحدات معينة

## إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ٢٢٧

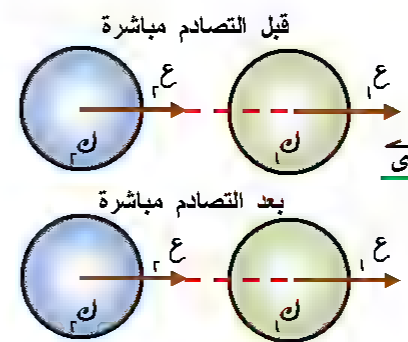
تتحرك كرتان متساويتان كتلة كل منهما ٢٠٠ جم في خط مستقيم واحد في اتجاهين متضادين الأولى بسرعة ٥ م / ث و الثانية بسرعة ٩ م / ث في نفس اتجاه الأولى فإذا تصادمت الكرتان فعين سرعة كل منهما بعد التصادم مباشرة علماً بأن دفع الكرة الثانية

على الأولى يساوى ٠,٦ × ١٠<sup>٠</sup> داین . ث

## الحل



$\vec{e}_1$  ،  $\vec{e}_2$  هما متجهتا سرعة الكرتين بعد التصادم مباشرة على الترتيب



بالنسبة للكرة الأولى :

∴ التغير في كمية الحركة = الدفع المؤثر عليها

$$\therefore k_1 \vec{e}_1' - k_1 \vec{e}_1 = -\vec{D} \quad (١)$$

∴  $\vec{e}_1$  ،  $\vec{D}$  يوازيان خط المركزين لأن التصادم مباشر

∴  $\vec{e}_2$  يوازي خط المركزين أيضاً

بالنسبة للكرة الأولى :

∴ التغير في كمية الحركة = الدفع المؤثر عليها

$$\therefore k_2 \vec{e}_2' - k_2 \vec{e}_2 = -\vec{D} \quad (٢)$$

∴  $\vec{e}_2$  ،  $\vec{D}$  يوازيان خط المركزين لأن التصادم مباشر

∴  $\vec{e}_1$  يوازي خط المركزين أيضاً ، بجمع (١) ، (٢) ينتج :

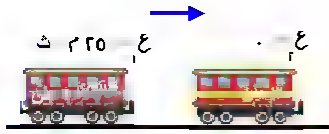
$$(k_1 \vec{e}_1' - k_1 \vec{e}_1) + (k_2 \vec{e}_2' - k_2 \vec{e}_2) = 0$$

$$\therefore k_1 \vec{e}_1' + k_2 \vec{e}_2' = k_1 \vec{e}_1 + k_2 \vec{e}_2$$

أى أن : مجموع كميتي الحركة بعد التصادم مباشرة = مجموع كميتي قبل التصادم مباشرة

و بالتالى فإنه : إذا تصادمت كرتان متساويتان فإن مجموع كميتي لا يتغير نتيجة للتصادم





الحل

$$ك = ٦٠٠ \text{ كجم} ، ك = ٢٠٠ \text{ كجم}$$

$$ع = ٢٥٠ \text{ م/ث} ، ع = \text{صفر}$$

باعتبار اتجاه العربة الأولى قبل التصادم موجباً ، و أن السرعة المشتركة بعد التصادم مباشرة ع

∴ مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

$$∴ ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع$$

$$∴ ٦٠٠ \times ٢٥ + ٢٠٠ \times ٠ = (٦٠٠ + ٢٠٠) ع \text{ و منها : } ع = \frac{١٥٠٠}{٨٠٠} \text{ م/ث}$$

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ٢٢٩

سقطت مطرقة كتلتها ٢,١ طن من ارتفاع ١,٦ متر على عمود من أعمدة الأساس كتلته ٣٥٠ كجم فتدفعه فى الأرض مسافة ١٢ سم فإذا تحركت المطرقة و العمود بعد التصادم كجسم واحد رأسياً إلى أسفل أحسب السرعة المشتركة لهما بعد التصادم ثم أحسب مقدار مقاومة الأرض بفرض أنها ثابتة

الحل

سرعة المطرقة قبل التصادم بالعمود مباشرة :

$$ع = ع_١ + ع_٢ \text{ ف } ٠ = ٢ \times ٩,٨ \times ١,٦ + ٠$$

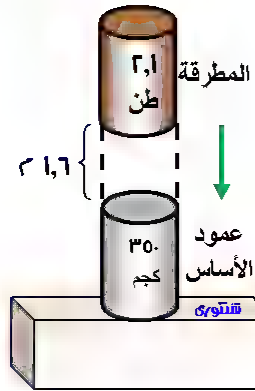
$$\text{و منها : } ع = ٥,٦ \text{ م/ث}$$

عند التصادم : نعتبر أن اتجاه سرعة المطرقة قبل التصادم موجباً و أن السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة ع

$$∴ ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع$$

$$∴ ٢١٠٠ \times ٥,٦ + ٠ \times ٣٥٠ = (٢١٠٠ + ٣٥٠) ع$$

$$\text{و منها : } ع = ٤,٨ \text{ م/ث فى اتجاه حركة المطرقة}$$



$$∴ \text{ دفع الكرة الأولى على الثانية } = ١٠ \times ٠,٦ - ١٠ \text{ داین. ث}$$

$$\text{بالنسبة للكرة الأولى : } ∴ د = ك_١ (ع_١ - ع_٢)$$

$$∴ ١٠ \times ٠,٦ = ٢٠٠ (ع_١ - ٥٠٠) \text{ و منها : } ع_١ = ٨٠٠ \text{ سم/ث}$$

∴ سرعة الكرة الأولى بعد التصادم مباشرة = ٨٠٠ سم/ث

$$\text{بالنسبة للكرة الثانية : } ∴ د = ك_٢ (ع_٢ - ع_١)$$

$$∴ - ١٠ \times ٠,٦ = ٢٠٠ (ع_٢ - ٩٠٠) \text{ و منها : } ع_٢ = ٦٠٠ \text{ سم/ث}$$

∴ سرعة الكرة الأولى بعد التصادم مباشرة = ٨٠٠ سم/ث

حل آخر : لاجاد سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة

$$∴ ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = ك_١ ع_١' + ك_٢ ع_٢'$$

$$∴ ٢٠٠ \times ٨٠٠ + ٢٠٠ \times ٥٠٠ = ٢٠٠ \times ع_٢' + ٢٠٠ \times ٩٠٠ \text{ ∴ } ع_٢' = ٦٠٠ \text{ سم/ث}$$

ثانياً : التصادم غير المرن :

يقصد بالتصادم غير المرن أن يحدث تشوه أو تتولد حرارة أو تلتحم الأجسام نتيجة لعمية التصادم ( لم يحدث فقد فى طاقة الحركة ) و بالرغم من كل هذا فإن كمية الحركة قبل التصادم و بعده تبقى كما هى دون تغير ، و تكون معادلة الاحتفاظ بكمية الحركة ( فى حالة التهام الكتلتين ) على الصورة :

$$ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع' \text{ ( باستخدام المتجهات )}$$

$$ك_١ ع_١' + ك_٢ ع_٢' = (ك_١ + ك_٢) ع \text{ ( باستخدام القياسات الجبرية )}$$

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ٢٢٨

عربة قطار كتلتها ٦ طن تسير بسرعة ٢٥ م/ث اصطدمت بعربة قطار أخرى ساكنة كتلتها ٣ طن فإذا سارت العربتان بعد التصادم كجسم واحد احسب سرعتهما المشتركة حينئذ

## الحل

- (١) إذا أثرت قوة  $\vec{F}$  على جسم ثابت الكتلة خلال فترة زمنية  $\Delta t$  فإن دفع هذه القوة يساوى  $\vec{F} \times \Delta t$
- (٢) إذا أثرت قوة ثابتة على جسم لفترة زمنية متناهية فى الصغر فإن التغير فى كمية الحركة خلال هذه الفترة يساوى دفع هذه القوة على الجسم
- (٣) إذا قيست الكتلة بالكيلوجرام و مقدار السرعة بالمتر / الثانية فإن وحدة مقدار الدفع تقاس بـ كجم . م / ث أو نيوتن / ث
- (٤) إذا تصادمت كرتان متساوتان و كانت سرعتهما قبل التصادم مباشرة توازيان خط المركزين عند لحظة التصادم فإن هذا التصادم يسمى التصادم المباشر
- (٥) إذا تصادمت كرتان متساوتان فإن مجموع كميتى الحركة قبل التصادم يساوى مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

ثانياً : اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات المعطاة

- (٦) مقدار الدفع بوحدة ( دايـن . ث ) الذى تؤثر به قوة على جسم كتلته ٢٠ جم لتغير سرعته من ١٠ سم / ث إلى ١٨ سم / ث فى نفس الاتجاه يساوى ....
- (أ) ٨٠ (ب) ١٦٠ (ج) ٢٨٠ (د) ٥٦٠
- (٧) إذا أثرت قوة مقدارها ٨ نيوتن على جسم ساكن كتلته ٤ كيلوجرام فإن السرعة التى يكتسبها الجسم فى نهاية ٥ ثوان من بدء الحركة يساوى ....
- (أ) ٦,٤ م / ث (ب) ١٠ م / ث (ج) ٢٠ م / ث (د) ٤٠ م / ث
- (٨) إذا أثرت قوة على جسم ساكن كتلته ٧٠٠ جم فغيرت سرعته من ٣٠ سم / ث إلى ٦٥ سم / ث فى نفس الاتجاه و كان زمن تأثيرها ١٠ ثوان فإن مقدار هذه القوة بوحدة ثقل الجرام يساوى ....
- (أ) ٢٤٤٥ (ب) ٢٥ (ج) ١٢٢٥ (د) ٢٤٤٥

- متوسط مقاومة الأرض :
- بعد التصادم يتكون جسم واحد من المطرقة و العمود يتحرك بعجلة  $\Delta$  مسافة ١٢٠ متر سرعته الابتدائية ٤,٨ م / ث و يسكن أى سرعته النهائية = صفر
- ،  $\therefore \vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_3$   $\therefore ( ٤,٨ ) = ٠ + \vec{v}_3 \times ١٢$
- و منها :  $\Delta = ٩٦ م / ث$
- $\therefore$  معادلة حركة الجسم المكون من المطرقة و العمود هى :
- $( \vec{v}_1 + \vec{v}_2 ) \Delta = ( \vec{v}_1 + \vec{v}_2 ) ( \Delta - ٩٦ )$
- $\therefore ٢٤٥٠ \times ( ٩٦ - ) = ( ٩,٨ \times ٢٤٥٠ - ٢ )$
- و منها :  $\Delta = ٩٦ \times ٢٤٥٠ + ٩,٨ \times ٢٤٥٠ = ٢٥٩٢١٠$  نيوتن
- $= ٢٥٩٢١٠ \div ٩,٨ = ٢٦٤٥٠$  ث كجم  $= ٢٦٤,٥٠$  ث طن

## حل تمارين ( ٣ - ٢ ) صفحة ٢٣٠ بالكتاب المدرسى

أولاً : أكمل :

- (١) إذا أثرت قوة  $\vec{F}$  على جسم ثابت الكتلة خلال فترة زمنية  $\Delta t$  فإن دفع هذه القوة يساوى ....
- (٢) إذا أثرت قوة ثابتة على جسم لفترة زمنية متناهية فى الصغر فإن التغير فى كمية الحركة خلال هذه الفترة يساوى ....
- (٣) إذا قيست الكتلة بالكيلوجرام و مقدار السرعة بالمتر / الثانية فإن وحدة مقدار الدفع تقاس بـ .... أو ....
- (٤) إذا تصادمت كرتان متساوتان و كانت سرعتهما قبل التصادم مباشرة توازيان خط المركزين عند لحظة التصادم فإن هذا التصادم يسمى ....
- (٥) إذا تصادمت كرتان متساوتان فإن مجموع كميتى الحركة قبل التصادم يساوى ....

الحل

$$(٦) \quad \Delta = \Delta (E_1 - E_2) = (10 - 18) \times 20 = 160 \text{ جم. سم/ث}$$

$$(٧) \quad \Delta = \Delta = 0 \times 8 = 0 \text{ نيوتن. ث} , \quad \Delta = \Delta (E_1 - E_2)$$

$$\Delta = \Delta (E_1 - E_2) \times 2 = 20 \quad \therefore E_1 = 10 \text{ م/ث}$$

$$(٨) \quad \Delta = \Delta (E_1 - E_2) = (30 - 70) \times 700 = 22000 \text{ جم. سم/ث}$$

$$\Delta = \Delta = 0 \times 10 = 0 \quad \therefore 10 \times 10 = 22000$$

$$\Delta = \Delta = 22000 \text{ دايين} = 9,8 \div 22000 = 2,0 \text{ ث جم}$$

(٩) جسم كتلته ٤٠٠ جم أثرت عليه قوة فغيرت سرعته من ٢٥ سم/ث إلى ٥٥ سم/ث فى نفس الاتجاه أوجد مقدار دفع هذه القوة

الحل

$$\Delta = \Delta (E_1 - E_2)$$

$$\Delta = \Delta = (50 - 25) \times 400 = 12000 \text{ جم. سم/ث}$$

(١٠) أثرت قوة على جسم كتلته ١٥٠ جم يتحرك بسرعة ٢٠ سم/ث فغيرت سرعته إلى ١٠ سم/ث فى عكس اتجاه حركته الأولى أوجد مقدار دفع هذه القوة على الجسم

الحل

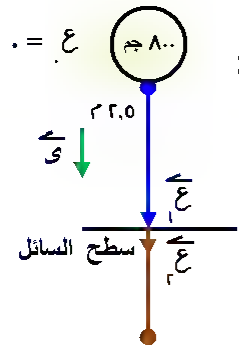
$$\Delta = \Delta (E_1 - E_2)$$

$$\Delta = \Delta = [(-20) - 20] \times 150 = 6000 \text{ جم. سم/ث}$$

(١١) سقطت كرة كتلتها ٨٠٠ جم من ارتفاع ٢,٥ متر على سطح سائل لزج فغاصت فيه بسرعة منتظمة مقدارها ٢ م/ث أحسب دفع السائل على الكرة

الحل

باعتبار الاتجاه رأسياً لأسفل هو الاتجاه الموجب للحركة



$$\therefore E_1 = E_2 = 2 + E_f = 0 + 2 \times 9,8 \times 2,5 = 29$$

$$\therefore E_1 = E_2 = 7 \text{ م/ث}$$

$$E_1 = E_2 = 2 \text{ م/ث}$$

$$\Delta = \Delta (E_1 - E_2) = 0$$

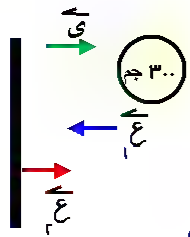
$$\Delta = \Delta = (7 - 2) \times \frac{800}{1000} = 4 \text{ كجم. م/ث}$$

$$\Delta = \Delta = 4 \text{ كجم. م/ث}$$

(١٢) تتحرك كرة ملساء كتلتها ٣٠٠ جم على أرض أفقية بسرعة ٨ م/ث فإذا اصطدمت الكرة بحائط رأسى أملس و ارتدت بسرعة ٥ م/ث أوجد مقدار دفع الحائط للكرة و إذا كان زمن تلامس الكرة بالحائط

(ب)  $\frac{1}{10}$  من الثانية فما مقدار مقدار قوة دفع الحائط للكرة

الحل



باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\therefore E_1 = E_2 = 8 - 5 = 3 \text{ م/ث}$$

$$\Delta = \Delta (E_1 - E_2) = 0$$

$$\Delta = \Delta = [(-8) - 0] \times \frac{300}{1000} = -2,4 \text{ كجم. م/ث}$$

$$\Delta = \Delta = 2,4 \text{ كجم. م/ث} \quad \therefore 2,4 \times 10 = 24 \text{ نيوتن}$$

(١٣) تتحرك كرتان كتلتاهما ٣٠ جم ، ٩٠ جم فى خط مستقيم على نضد و فى اتجاهين متضادين فاصطدمت الكرتان عندما كانتا سرعتاهما

٥٠ سم/ث ، ٤٠ سم/ث على الترتيب و كونا جسماً واحداً تحرك بعد التصادم مباشرة بسرعة ١٠ سم/ث فى اتجاه الكرة الكبرى

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\therefore 1000 \times 9.8 + 0 \times 20 = (1000 + 0) v$$

ومنها :  $v = 9.8 \text{ م/ث}$  فى اتجاه حركة المطرقة

متوسط مقاومة الأرض :

بعد التصادم يتكون جسم واحد من المطرقة و العمود يتحرك بعجلة  $d$  مسافة  $s$ .  
متر سرعته الابتدائية  $v$  م/ث و يسكن أى سرعته النهائية = صفر

$$\therefore v = 0 \quad \therefore (v) = 0 \quad \therefore 2 \times d + 1 \times s = 0$$

ومنها :  $d = -250 \text{ م/ث}$

$\therefore$  معادلة حركة الجسم المكون من المطرقة و العمود هى :

$$(m_1 + m_2) v = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\therefore 1000 \times 9.8 = (1000 + 0) v$$

$$\therefore v = 9.8 \text{ م/ث} \quad \therefore 1000 \times 9.8 + 0 \times 20 = 1000 \times v$$

$$\therefore v = 9.8 \text{ م/ث} \quad \therefore 1000 \times 9.8 + 0 \times 20 = 1000 \times v$$

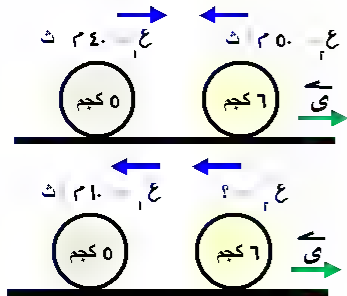
(10) اصطدمت كرتان تتحركان فى خط مستقيم أفقى فى اتجاهين متضادين

الأولى كتلتها ٥ كجم و سرعتها ٤ سم/ث و الثانية كتلتها ٦ كجم

وسرعتها ٥ سم/ث ، فإذا تحركت الكرة الأولى فى عكس اتجاه

حركتها بسرعة ٢ سم/ث فأثبت أن الكرة الثانية تسكن بعد التصادم

مباشرة ، و ما مقدار دفع الكرة الثانية على الكرة الأولى



باعتبار اتجاه الكرة الأولى قبل التصادم موجباً

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

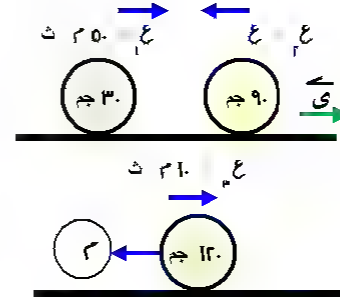
$$\therefore 5 \times 4 + 6 \times (-5) = 5 \times (-2) + 6 \times 0$$

$$\therefore 20 - 30 = -10 + 0$$

ومنها :  $v = 0$  صفر

احسب مقدار  $v$  و إذا كانت مقاومة الحركة للجسم الجديد هى

٣٠٠ داین أوجد المسافة التى يقطعها قبل أن يسكن



الحل

باعتبار اتجاه الكرة الكبرى قبل التصادم موجباً  
و أن سرعة الجسم الجديد بعد التصادم مباشرة  $v$

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$\therefore 30 \times 5 + 90 \times (-10) = 30 \times (-2) + 90 \times v$$

ومنها :  $v = 30 \text{ سم/ث}$

معادلة حركة الجسم الجديد هى :  $(m_1 + m_2) v = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$\therefore 120 - 300 = 30 \times (-2) + 90 \times v$$

$$\therefore 10 \times (-10) + 2 \times (20 - 30) = 0 \quad \therefore v = 20 \text{ سم}$$

(14) سقطت مطرقة كتلتها طن واحد من ارتفاع ٤,٩ متر رأسياً على عمود

من أعمدة الأساس كتلته ٤٠٠ كجم فدكته رأسياً فى الأرض مسافة ١٠

سم فإذا تحركت المطرقة و العمود كجسم واحد بعد التصادم أحسب

السرعة المشتركة ، ثم أوجد مقاومة الأرض بفرض ثبوتها بثقل

الكيلوجرام

الحل

سرعة المطرقة قبل التصادم بالعمود مباشرة :

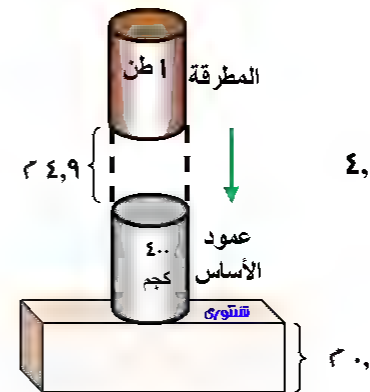
$$v = 0 \quad \therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

ومنها :  $v = 9.8 \text{ م/ث}$

عند التصادم : نعتبر أن اتجاه سرعة المطرقة

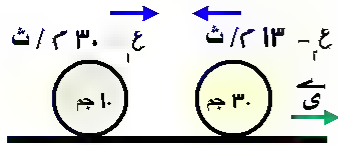
قبل التصادم موجباً و أن السرعة المشتركة

لهما بعد التصادم مباشرة  $v$





أخرى كتلتها ١٠ جرام من هذا الموضع و فى نفس اتجاه حركة الكرة الأولى بسرعة ابتدائية ٤ م / ث و بعجلة ٢ م / ث<sup>٢</sup> فإذا كونتا جسماً واحداً بعد التصادم مباشرة أحسب السرعة المشتركة للجسم ، و إذا لاقى هذا الجسم مقاومة ثابتة على المستوى الأفقى مقدارها ٤ ثقل جرام أحسب متى يسكن هذا الجسم



**الحل**  
نفرض أن : الكرة الثانية تلتحق بالكرة الأولى بعد  $t$  ث من حركتها أى بعد  $(t + 2)$  ث

من حركة الأولى

بالنسبة للكرة الأولى :

تتحرك بسرعة منتظمة ،  $\therefore v = u \times t$

$$\therefore v = 13 \times (t + 2) = (t + 2) \times 4$$

بالنسبة للكرة الثانية :

تتحرك بعجلة منتظمة ،  $\therefore v = u + at$

$$\therefore v = 4 + 2 \times t = 4 + 2t$$

تصادم الكرتان عندما :  $v = v$  أى عندما :

$$13(t + 2) = 4 + 2t \quad \therefore 13t + 26 = 4 + 2t$$

$$\therefore 13t - 2t = 4 - 26 \quad \therefore 11t = -22 \quad \therefore t = -2$$

$$\therefore t = -2 \quad \therefore v = 4 + 2(-2) = 0$$

أى أن : سرعة الكرة الثانية قبل التصادم مباشرة = ٣٠ م / ث

باعتبار اتجاه الكرة الأولى قبل التصادم موجباً

$$\therefore v = u + at \quad \therefore 0 = 4 + 2t$$

$$\therefore t = -2 \quad \therefore v = 4 + 2(-2) = 0$$

ومنها :  $t = -2$  ث

أى أن : الكرة الثانية تسكن بعد التصادم مباشرة  
دفع الكرة الثانية على الأولى :  $v = u + at$

$$\therefore v = 0 = 4 + 2t$$

$$\therefore t = -2 \quad \therefore v = 4 + 2(-2) = 0$$

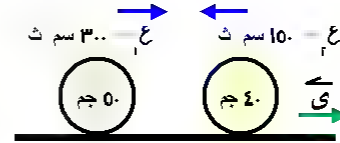
(١٦) كرتان متساوتان كتلة الأولى ٥٠ جرام و كتلة الثانية ٤٠ جرام و

ازاحة الأولى  $v_1 = 30$  م / ث ، و ازاحة الثانية  $v_2 = 10$  م / ث

تصادمت الكرتان و كونتا جسماً واحداً عقب التصادم مباشرة أحسب

السرعة المشتركة لهذا الجسم ثم أحسب قوة التضاغط بين الكرتين

إذا كان زمن التصادم  $\frac{1}{4}$  من الثانية



**الحل**

$$\therefore v = u + at$$

$$\therefore v = 30 + 10 \times \frac{1}{4} = 32.5$$

باعتبار اتجاه الكرة الأولى قبل التصادم موجباً

و أن سرعة الجسم الجديد بعد التصادم مباشرة  $v$

$$\therefore v = u + at$$

$$\therefore v = 30 + 10 \times \frac{1}{4} = 32.5$$

ومنها :  $t = \frac{1}{4}$  ث

$\therefore$  دفع الكرة الأولى على الثانية = التغير فى كمية حركة الكرة الثانية

$$\therefore \Delta p = m \Delta v = 40 \times (32.5 - 10) = 900 \text{ داون}$$

(١٧) تتحرك كرة صغيرة كتلتها ٣٠ جرام فى خط مستقيم بسرعة منتظمة

١٣ م / ث ، و بعد ٤ ثوان من مرورها بموضع معين تحركت كرة

## حل تمارين عامة صفحة ٢٣٣ بالكتاب المدرسى

أولاً :

- (١) عرف كلاً من : الدفع و كمية الحركة و أذكر العلاقة بينهما  
 (٢) عرف التصادم المرن و التصادم غير المرن و أعط مثلاً لكل منهما  
 (٣) وضح كيف يمكن باستخدام مفهوم كمية الحركة الأقل من حوادث المرور

الحل

- (١) الدفع هو : حاصل ضرب متجه القوة المؤثرة على جسم فى زمن تأثير هذه القوة  
 أى أن :  $\vec{d} = \vec{F} \times \Delta t$  وبالقياسات الجبرية :  $d = F \times \Delta t$   
 كمية الحركة : هى كمية متجهة مقدارها يساوى حاصل ضرب كتلة جسم فى سرعة هذا الجسم و اتجاهها هو اتجاه السرعة نفسه  
 أى أن :  $\vec{p} = m \times \vec{v}$  وبالقياسات الجبرية :  $p = m \times v$   
 العلاقة بين الدفع و كمية الحركة :

- (٢) التصادم المرن : هو التصادم الذى لا يحدث تشوه أو توليد حرارة و لا يحدث فقد فى طاقة الحركة مثل : تصادم كرة أو جسم بالأرض أو سقف حجرة  
 التصادم غير المرن : هو التصادم الذى يحدث تشوه أو توليد حرارة و يحدث فقد فى طاقة الحركة مثل : تصادم مطرقة تسقط على حجر أساس  
 (٣) حيث أن كمية حركة الجسم تزداد بزيادة كتلته أو سرعته لذا يجب ضرورة انقاص السرعة إذا كانت العربات كتلتها كبيرة فمثلاً عربات النقل يجب أن تكون سرعتها أقل من العربات الصغيرة  
 يجب إيقاف العربات بعد التصادم لتقليل انتقال كمية الحركة بينها  
 يجب تقليل زمن التصادم لتقلل القوة الدفعية بين العربات المتصادمة

معادلة حركة الجسم الجديد هى :  $(m_1 + m_2) v = m_1 v_1 + m_2 v_2$   
 $\therefore 2.0 = 2.0 \times 9.8 + m_2 v_2 \therefore 2.0 - 19.6 = m_2 v_2$   
 $\therefore -17.6 = m_2 v_2$   
 $\therefore v_2 = -17.6 / m_2$   
 ومنها :  $v_2 \approx -17.6$  ث

- (١٨) جسم كتلته ١ كجم موضوع على سطح أفقى أملس أثرت عليه قوة مقدارها ٨ نيوتن لمدة  $\frac{1}{4}$  ثانية و أثناء انقطاع تأثير القوة اصطدم هذا الجسم بجسم آخر ساكن كتلته ٢ كجم فإذا ارتد الجسم الأول بسرعة ٢ م / ث أوجد سرعة الجسم الثانى بعد التصادم مباشرة

الحل

∴ التغير فى كمية حركة الجسم الأول  
 = الدفع المؤثر عليه

$$\therefore m_1 v_1 = (m_1 v_1 - m_1 v_2)$$

$$\therefore 2 \times 2 = (2 - 1) \times v_2$$

$$\therefore 4 = v_2$$

ومنها :  $v_2 = 4$  م / ث

باعتبار اتجاه الجسم الأول قبل التصادم موجباً

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\therefore 1 \times 2 + 2 \times 0 = 1 \times (-2) + 2 \times v_2$$

ومنها :  $v_2 = 3$  م / ث فى نفس اتجاه حركة الجسم الأول قبل التصادم

ثانياً : اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات المعطاة

(٤) إذا قيست الكتلة بالكيلوجرام و السرعة بالمتر / ث

فإن وحدة قياس الدفع تكون ....

(٥) (٥) كجم . ث (ب) نيوتن . ث (ج) دايين . ث (د) نيوتن . متر / ث

(٥) الدفع هو ....

(٥) (٥) التغير فى القوة المؤثرة على الجسم

(ب) فترة تأثير القوة على الجسم

(ج) التغير فى سرعة الجسم

(د) التغير فى كمية حركة الجسم

(٦) تُعرف كمية الحركة بأنها حاصل ضرب كلاً من ....

(٥) (٥) كتلة الجسم و سرعته

(ب) كتلة الجسم و عجلة حركته

(ج) كتلة الجسم و زمن تأثيرها

(د) كتلة الجسم و المسافة التى قطعها

(٧) إذا أثرت قوة على جسم كتلته ٣٠٠ جم فغيرت سرعته من

٢٠ سم / ث إلى ٤٥ سم / ث فى نفس الاتجاه فإن مقدار دفع

هذه القوة للجسم يساوى .... جم . سم / ث

(٥) (٥) ١٠ × ٧,٥ (ب) ١٠ × ٧,٥ (ج) ١٠ × ٢,٩٤ (د) ١٠ × ٢,٧

(٨) اصطدمت كرة كتلتها ٣٠٠ جم و متحركة على أرض أفقية بسرعة

٦٠ سم / ث اصطدمت تصادماً مباشراً بحائط رأسى فأثر عليها بدفع

مقداره ٤٨٠٠٠ دايين . ث فإن سرعة ارتداد الكرة من الحائط يساوى

.... سم / ث

(٩) إذا أثرت القوتان  $\vec{Q}_1 = 2\vec{s} - 14\vec{v}$  ،  $\vec{Q}_2 = 3\vec{s} + 2\vec{v}$

و كل من  $\vec{Q}_1$  ،  $\vec{Q}_2$  بوحدتي النيوتن على جسم لمدة  $\frac{1}{2}$  ثانية

فإن مقدار القوى بوحدتي نيوتن . ثانية يساوى ....

(٥) (٥) ٦  $\frac{1}{2}$  (ب) ٧  $\frac{1}{2}$  (ج) ٩ (د) ١٣ (٥)

الحل

(٤) وحدة قياس الدفع هي : نيوتن . ث

(٥) الدفع هو : التغير فى كمية حركة الجسم

(٦) كمية الحركة هي حاصل ضرب كتلة الجسم و سرعته

(٧)  $d = k = (v_2 - v_1) \times m = (45 - 20) \times 300 = 7500 \text{ جم . سم / ث}$

(٨) باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$\therefore v_2 = 60 \text{ سم / ث} \therefore d = (v_2 - v_1) \times m = (60 - 20) \times 300 = 12000 \text{ جم . سم / ث}$

$\therefore 48000 = (v_2 - 20) \times 300$

و منها :  $v_2 = 160 \text{ سم / ث}$

(٩)  $\therefore \vec{Q} = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 = 5\vec{s} - 12\vec{v}$

$\therefore \vec{Q} = 5\vec{s} - 12\vec{v}$

$\therefore \vec{Q} = 5\vec{s} - 12\vec{v}$

$\therefore \vec{Q} = 5\vec{s} - 12\vec{v}$

ثالثاً : أجب عن الأسئلة الآتية :

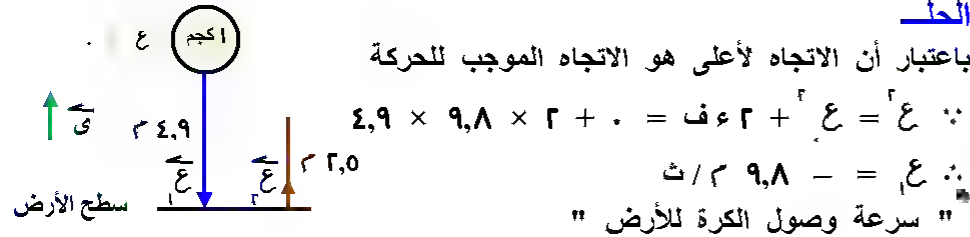
(١٠) كرة من المطاط كتلتها ٥٠٠ جم تتحرك فى خط مستقيم اصطدمت

بحائط رأسى و ارتدت بسرعة ١٥ سم / ث على نفس المستقيم فإذا

كان متوسط القوة بينها وبين الحائط ١٠ ث كجم و زمن التلامس

بينهما  $\frac{1}{2}$  ثانية فأوجد سرعة الكرة قبل لحظة التصادم بالحائط مباشرة

(١٢) سقطت كرة من المطاط كتلتها ١ كجم من ارتفاع ٤,٩ متر على سطح أرض أفقية صلبة فارتدت إلى أقصى ارتفاع لها وهو ٢,٥ متر أحسب مقدار التغير في كمية حركتها نتيجة اصطدامها بالأرض ثم أوجد مقدار رد فعل الأرض بالنيوتن إذا علم أن زمن الصدمة ١,٠ ثانية



الحل باعتبار أن الاتجاه لأعلى هو الاتجاه الموجب للحركة

$$v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow 2 \times 9.8 \times 2.5 = 0 + 2 \times 9.8 \times 4.9$$

$$v = 9.8 \text{ م/ث}$$

" سرعة وصول الكرة للأرض "

$$v = u + at \Rightarrow 9.8 = 0 + 9.8 \times t \Rightarrow t = 1 \text{ ث}$$

ومنها :  $v = 9.8 \text{ م/ث}$  " سرعة ارتداد الكرة "

$$\therefore \text{التغير في كمية الحركة} = (v - u) \times m = (9.8 - 0) \times 1 = 9.8 \text{ كجم. م/ث}$$

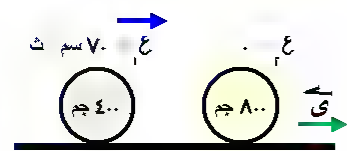
$$v = u + at \Rightarrow 9.8 = 0 + 9.8 \times t \Rightarrow t = 1 \text{ ث}$$

$$\therefore (v - u) \times m = 9.8 \times 1 = 9.8 \text{ كجم. م/ث}$$

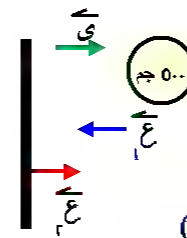
ومنها :  $v = 9.8 \text{ م/ث}$  " سرعة ارتداد الكرة "

$$\therefore \text{رد فعل الأرض} = v + u = 9.8 + 0 = 9.8 \text{ نيوتن}$$

(١٣) كرة كتلتها ٤٠٠ جم تتحرك بسرعة ٧٠ سم/ث اصطدمت كرة أخرى ساكنة فبدأت تتحرك عقب الصدمة بسرعة ٣٥ سم/ث فى نفس اتجاه حركة الأولى ، أثبت أن الكرة الأولى تسكن عقب الصدمة ، ثم أوجد قوة الصدمة على أى من الكرتين مقدرة بثقل الجرام إذا كان زمن الصدمة  $\frac{1}{10}$  ثانية



الحل باعتبار اتجاه الكرة الأولى قبل التصادم موجبا



الحل باعتبار أن اتجاه الارتداد هو الاتجاه الموجب للحركة

$$\therefore v = 10 \text{ سم/ث} \quad \therefore d = v \times t = 10 \times 0.01 = 0.1 \text{ م}$$

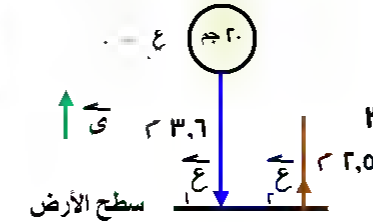
$$\therefore d = 0.1 \text{ م} = 10 \times 0.01 = 0.1 \text{ م}$$

$$\therefore d = 0.1 \text{ م} = 10 \times 0.01 = 0.1 \text{ م}$$

ومنها :  $v = 10 \text{ سم/ث}$

أى أن : سرعة الكرة قبل لحظة اصطدامها بالحائط مباشرة = ١٠ سم/ث

(١١) سقطت كرة من المطاط كتلتها ٢٠٠ جم من ارتفاع ٣,٦ متر من سطح الأرض فارتدت بعد الصدمة إلى ارتفاع ٢,٥ متر أوجد مقاومة الأرض للكرة بثقل الكيلوجرام إذا علم أن زمن الصدمة  $\frac{1}{10}$  ثانية



الحل باعتبار أن الاتجاه لأعلى هو الاتجاه الموجب للحركة

$$v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow 2 \times 9.8 \times 2.5 = 0 + 2 \times 9.8 \times 3.6$$

$$v = 8.4 \text{ م/ث}$$

" سرعة وصول الكرة للأرض "

$$v = u + at \Rightarrow 8.4 = 0 + 9.8 \times t \Rightarrow t = 0.857 \text{ ث}$$

ومنها :  $v = 8.4 \text{ م/ث}$  " سرعة ارتداد الكرة "

$$\therefore v = 8.4 \text{ م/ث}$$

$$\therefore v = 8.4 \text{ م/ث} = 8.4 \times 10 = 84 \text{ م/ث}$$

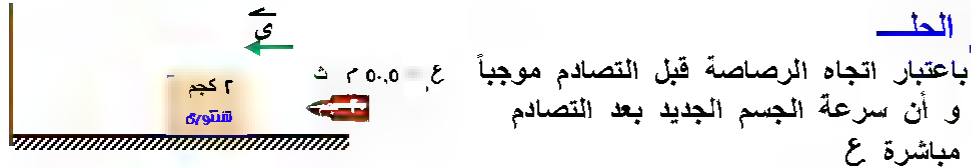
$$\therefore \text{مقاومة الأرض} = v + u = 8.4 + 0 = 8.4 \text{ نيوتن}$$

$$8.4 = 9.8 \times \frac{1}{10} = 0.98 \text{ كجم}$$



(١٥) أطلقت رصاصة كتلتها ٢٠ جم بسرعة أفقية مقدارها ٥٠,٥ م/ث على قطعة خشبية كتلتها ٢ كجم موضوعة على نضد أفقى فاستقرت فيها و كونتا جسماً واحداً أوجد سرعة هذا الجسم بعد التصادم مباشرة و إذا ارتد هذا الجسم بسرعة ٢ م/ث بعد اصطدامه بحاجز ثابت على النضد و عمودى على اتجاه الحركة فأوجد دفع الحاجز على الجسم علماً بأن المقاومة الكلية تساوى ١,٠ نيوتن و أن الحاجز يبعد ٢٤ سم عن موضع القطعة الخشبية قبل اطلاق الرصاصة

الحل



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$0.02 \times 50.5 + 2 \times 0 = (0.02 + 2) v$$

$$v = 0.5 \text{ م/ث}$$

معادلة حركة الجسم هي :

$$F = (m_1 + m_2) a$$

$$2.02 - 1.0 = (0.02 + 2) a$$

$$a = 0.5 \text{ م/ث}^2$$

و منها :  $E = 0.1 \text{ م/ث}$  " سرعة وصول الجسم للحاجز "

$$F = 2 \text{ سم/ث} = 0.02 \text{ م/ث}^2$$

∴ دفع الحاجز على الجسم = التغير فى كمية حركة الجسم

$$= [ (0.1 - 0.02) \times 2.02 ]$$

$$= 0.1624 \text{ كجم. م/ث}$$

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\ 20 \times 50.5 + 2 \times 0 &= 20 \times 0 + 2 \times v_2' \\ v_2' &= 505 \text{ م/ث} \end{aligned}$$

و منها :  $E = 0$  صفر أى أن : الكرة الأولى تسكن عقب الصدمة

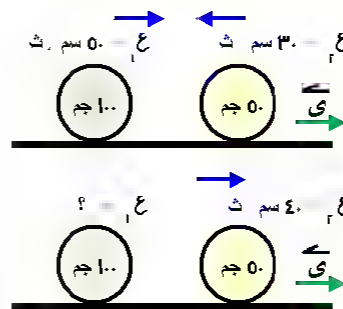
∴ التغير فى كمية حركة الكرة الأولى = الدفع المؤثر عليه

$$m_1 v_1' = (E_1 - E_1) \quad \therefore 20 \times v_1' = (0 - 70) \times 20$$

$$v_1' = -7 \text{ م/ث}$$

(١٤) كرتان كتلتاهما ١٠٠ جم ، ٥٠ جم تتحركان فى خط مستقيم على فى اتجاهين متضادين تصادمت الكرتان عندما كانت سرعة الأولى مقدارها ٥٠ سم/ث و سرعة الكرة الثانية مقدارها ٣٠ سم/ث فإذا ارتدت الكرة الثانية عقب التصادم مباشرة بسرعة ٤٠ سم/ث أوجد مقدار و اتجاه الكرة الأولى عقب التصادم مباشرة ثم أوجد مقدار دفع أى من الكرتين للأخرى

الحل



باعتبار اتجاه الكرة الكبرى قبل التصادم موجياً

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$100 \times 50 + 50 \times (-30) = 100 v_1' + 50 \times 40$$

$$v_1' = 10 \text{ م/ث}$$

و منها :  $E = 10 \text{ م/ث}$ 

فى نفس اتجاهها قبل التصادم

∴ دفع الكرة الثانية على الأولى = التغير فى كمية حركة الأولى

$$\therefore \text{دفع الكرة الثانية على الأولى} = (E_2 - E_2) = (10 - 0) \times 100 = 1000 \text{ جم. م/ث}$$

(١٦) سقطت مطرقة كتلتها ٢١٠ كجم من ارتفاع ٩٠ سم على عمود من أعمدة الأساس كتلته ١٤٠ كجم فتدفعه في الأرض مسافة ١٨ سم فإذا تحركت المطرقة و العمود كجسم واحد بعد التصادم أحسب السرعة المشتركة لهما ثم أوجد بثقل الكيلوجرام متوسط مقاومة الأرض بفرض أنها ثابتة

الحل

سرعة المطرقة قبل التصادم بالعمود مباشرة :

$$ع' = ع + ٢٠٩ ف = ٠ + ٢٠٩ \times ٩,٨ \times ٢ = ٠,٩$$

ومنها :  $ع = ٢٠٩ \text{ م / ث}$

عند التصادم : نعتبر أن اتجاه سرعة المطرقة قبل التصادم موجباً وأن السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة ع

$$٢٠,١٨ ع ( ٢٠٩ + ١٤٠ ) = ٢٠٩ ع + ١٤٠ ع$$

$$٣٥٠ ع = ٠ \times ١٤٠ + ٢٠٩ \times ٢٠,١٨$$

ومنها :  $ع = ٢,٥٢ \text{ م / ث}$  في اتجاه حركة المطرقة

متوسط مقاومة الأرض :

بعد التصادم يتكون جسم واحد من المطرقة و العمود يتحرك بعجلة حـ مسافة ١٨ متر سرعته الابتدائية ٢,٥٢ م / ث و يسكن أي سرعته النهائية = صفر

$$ع' = ع + ٢٠٩ ف = ٠ \therefore ( ٢,٥٢ ) = ٠ + ٢٠٩ \times ح$$

ومنها :  $ح = ١٧,٦٤ \text{ م / ث}$

∴ معادلة حركة الجسم المكون من المطرقة و العمود هي :

$$٢ - ٩,٨ ( ٢٠٩ + ١٤٠ ) = ٢ - ٩,٨ \times ٣٥٠ = ( ١٧,٦٤ - ) \times ٣٥٠$$

ومنها :  $٩٦٤٠ = ١٧,٦٤ \times ٣٥٠ + ٩,٨ \times ٣٥٠ = ٩٦٤٠ \text{ نيوتن}$

$$٩٨٠ = ٩,٨ \div ٩٦٤٠ = \text{ث كجم}$$

(١٧) يتحرك جسم م كتلته ١٠ جم رأسياً إلى أسفل ، صدم جسم آخر ب كتلته ٤ جم متحرك رأسياً إلى أعلى عندما كانت سرعة م هي ٢٠٠ سم / ث و سرعة ب هي ٨٠٠ سم / ث فارتد الجسم ب رأسياً إلى أسفل بسرعة ١٠٠ سم / ث بينما ارتد الجسم م رأسياً إلى أعلى و بعد  $\frac{1}{٧}$  ثانية اصطدم الجسم م بجسم آخر ح كتلته ١٠٠ جم متحرك رأسياً لأسفل بسرعة ١٣ سم / ث و كونا جسماً واحداً أوجد السرعة المشتركة للجسمين م ، ح

الحل

باعتبار الحركة رأسياً لأعلى الاتجاه الموجب للحركة

بالنسبة للجسمين م ، ب :

$$٢٠٠ \times ١٠ + ٨٠٠ \times ٤ = ١٠٠ \times ١٣ + ١٠٠ \times ح$$

$$٢٠٠٠ + ٣٢٠٠ = ١٣٠٠ + ١٠٠ ح$$

$$٨٠٠ \times ٤ + ( ٢٠٠ - ) \times ١٠ = ١٠٠ \times ح + ١٠٠ \times ١٣$$

$$١٠٠ \times ح + ١٣٠٠ = ٨٠٠ \times ٤ + ٢٠٠ \times ١٠$$

ومنها :  $ع = ١٦٠ \text{ سم / ث}$  لأعلى

" سرعة الجسم م بعد التصادم بالجسم ب مباشرة "

بالنسبة للجسمين م ، ح :

سرعة الجسم م بعد  $\frac{1}{٧}$  ث :  $ع = ع - ٩٨٠ \times \frac{1}{٧} = ١٦٠ - ١٤٠ = ٢٠ \text{ سم / ث}$

بفرض أن : السرعة المشتركة للجسمين م ، ح هي ع

$$٢٠ \times ١٠ + ١٠٠ \times ع = ١٠٠ \times ع + ١٠٠ \times ١٣$$

ومنها :  $ع = ١٠ - ١٠ \text{ سم / ث}$

أي أن : الجسم المكون من الجسمين م ، ح يتحرك بسرعة = ١٠ سم / ث لأسفل

## حل اختبار تراكمى صفحة ٢٣٥ بالكتاب المدرسى

(١) إذا قذف جسم رأسياً إلى أعلى بسرعة ٤٩ م / ث أوجد زمن وصوله إلى أقصى ارتفاع و المسافة التى وصل إليها

الحل

عند أقصى ارتفاع يكون : ع = ٠

$$٠ = ع + ٩.٨ \times ٢ \quad \therefore ٩.٨ + ٤٩ = ٠$$

ومنها : ٠ = ع أى أن : زمن وصول الجسم لأقصى ارتفاع = ٥ ث

$$٠ = ع - ٩.٨ \times ٢ \quad \therefore ٩.٨ \times ٢ - (٤٩) = ٠$$

ومنها : ف = ١٢٢,٥ م أى أن : أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم = ١٢٢,٥ م

(٢) تتحرك سيارة على طريق مستقيم بسرعة ٧٥ كم / س فإذا تحركت على الطريق نفسه دراجة بخارية بسرعة ٣٥ كم / س أوجد السرعة النسبية للدراجة بالنسبة للسيارة فى كل من الحالتين :



(٢) الدراجة تتحرك فى اتجاه السيارة نفسها  
(ب) الدراجة تتحرك عكس اتجاه السيارة

الحل

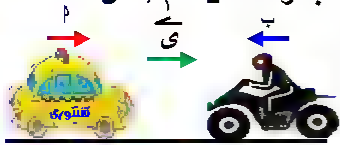
نفرض  $\vec{v}_P$  متجه وحدة فى اتجاه حركة القذيفة

$\vec{v}_P$  متجه سرعة السيارة ،  $\vec{v}_Q$  متجه سرعة الدراجة

$$(٢) \vec{v}_P = ٧٥ \text{ م / ث} , \vec{v}_Q = ٣٥ \text{ م / ث}$$

$$\therefore \vec{v}_{PQ} = \vec{v}_P - \vec{v}_Q = ٧٥ - ٣٥ = ٤٠ \text{ م / ث}$$

أى أن : الدراجة تبدو لقائد السيارة وكأنها تتقهقر بسرعة ٤٠ كم / س



$$(ب) \vec{v}_P = ٧٥ \text{ م / ث} , \vec{v}_Q = -٣٥ \text{ م / ث}$$

$$\vec{v}_{PQ} = \vec{v}_P - \vec{v}_Q = ٧٥ - (-٣٥) = ١١٠ \text{ م / ث}$$

(١٨)  $\vec{P}$  خط أكبر ميل لمستوى مائل أملس طوله ٩,٨ متر يميل على الأفقى بزاوية قياسها  $٣٠^\circ$  ،  $\vec{P}$  هى أعلى نقطة فى المستوى ، ب أسفل نقطة فيه ، وضعت كرة ملساء عند  $\vec{P}$  كتلتها ٧٠٠ جم لتتحرك من سكون على  $\vec{P}$  فاصطدمت بحاجز رأسى عمودى أملس عند ب فآثر عليها بدفع ١١,٧٦ نيوتن . ث فارتدت الكرة أحسب أقصى مسافة تصعدھا الكرة على  $\vec{P}$

الحل

$\therefore$  المستوى أملس

و الكرة تتحرك لأسفل المستوى تحت تأثير وزنها فقط

$$\therefore ح = ع = ٣٠^\circ = ٩.٨ \times \frac{١}{٢} = ٤.٩ \text{ م / ث}$$

$$\therefore ع = ع + ح = ٢ + ٢ = ٤.٩ \text{ م / ث}$$

$\therefore ع = ٩.٨ \text{ م / ث}$  " سرعة الكرة لحظة وصولها للحاجز "

عند الحاجز :  
 $\vec{v}_P = ٩.٨ \text{ م / ث}$  ، سرعة ارتداد الكرة بعد الاصطدام بالحاجز  
الدفع = التغير فى كمية حركة الكرة

$$\therefore د = ل ( ع - ع ) \times \frac{٧٠٠}{١٠٠٠} = ١١,٧٦ \quad \therefore [ ( ٩.٨ - ) - ع ]$$

ومنها :  $\vec{v}_P = ٧ \text{ م / ث}$

$\therefore$  المستوى أملس و الكرة تتحرك لأعلى المستوى تحت تأثير وزنها فقط  
لتصل لأقصى مسافة تصعدھا على المستوى أى تسكن لحظياً


$$\therefore ح = ع = ٣٠^\circ = ٩.٨ \times \frac{١}{٢} = ٤.٩ \text{ م / ث}$$

$$\therefore ع = ع + ح = ٢ + ٢ = ٤.٩ \text{ م / ث}$$

ومنها : ف = ٥ م " أقصى مسافة تصعدھا الكرة على المستوى "

$$\frac{1}{5} 11. - = \frac{1}{5} 70 - \frac{1}{5} 30 - =$$


34



۲. کم

٧٤

و منها :  $t_{\frac{4}{3}} = ٧$  s.  $\therefore$  الزمن الكلي للرحلة  $= \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = ٣$  s

$$\therefore \frac{1}{ع} = \frac{ف}{2} = \frac{ا.ى}{3} = \frac{1}{3} \frac{1}{ع} \quad \text{أى أن :}$$

أَيُّ أَنْ :

$$2. \times 3 + 5 = \frac{6}{18} \times 36 \therefore 2 \times 3 + 5 = 6 \therefore$$

و منها : ح =  $\frac{1}{\epsilon}$  م / ث<sup>٢</sup>


$$v^{\frac{1}{2}} \text{ ڊ } + \frac{1}{2} \text{ ڊ } = \frac{1}{2} \therefore \text{ ڊ } = \frac{1}{2} \therefore$$

(V) يتحرك جسم كتلته الوحدة تحت تأثير القوتين :

جہاں  $\overline{p} = \overline{s}_p + \overline{v}$  ،  $\overline{r} = \overline{s}_r + \overline{b}$  جہاں

س، ص متجها الوحدة الأساسيين ، p ، ب ثابتان فإذا علم

متجه إزاحة الجسيم يعطى كدالة في الزمن هو :



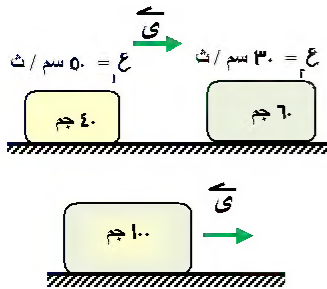


## اجابة أسئلة الاختبارات الخاصة بالوحدة

## الاختبار الأول

## السؤال الثالث :

- (I) جسمان كتلتهما ٤. جم ، ٦. جم يتحركان فى خط مستقيم واحد على نضد أفقى سرعة كل منهما ٥. سم / ث ، ٣. سم / ث على الترتيب فإذا تحرك الجسمان بعد التصادم مباشرة كجسم واحد أوجد سرعتهما المشتركة حينئذ إذا كان الجسمان يسيران فى اتجاهين متضادين ثم أحسب مقدارة قوة التضاغط بين الجسمين بثقل الجرام إذا كان زمن التصادم  $\frac{1}{49}$  من الثانية



نعتبر أن اتجاه سرعة الجسم الأول قبل التصادم موجباً و أن السرعة المشتركة للجسمين بعد التصادم مباشرة ع

∴ مجموع كميتى الحركة قبل التصادم =

مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\therefore 4 \times 5 + 6 \times (-3) = 10 \times v$$

ومنها : ع = ٢ سم / ث فى اتجاه حركة الجسم الأول

∴ دفع الجسم الأول على الجسم الثانى = التغير فى كمية حركة الجسم الثانى

$$\therefore D = [ (3 - 0) - (-3) ] \times 6 = 192 \text{ دايـن . ث}$$

$$D = U \times V \therefore 192 = U \times \frac{1}{49}$$

$$U = 29 \times 192 = 980 \div 29 = 96 \text{ ث جم}$$

، الجسم ينزلق على المستوى ∴  $m = 0$  ل  $6 \times \frac{1}{49} = 0$

$$L = 0 \text{ ل } 6 \times 0 = 0$$

$$\therefore L = 0 = 0 - \frac{3}{49} \times 9.8 \times 0 + \frac{1}{49} \times 9.8 \times 0$$

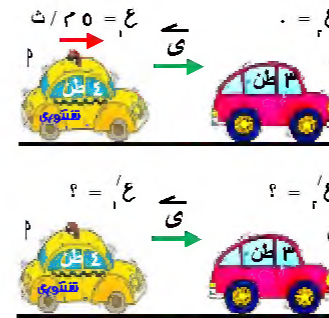
$$\therefore 0 = 0 - 0.88 = 3.92 - 1.96 \text{ ث / م}$$

$$\therefore 0 = 0 + 0 = 2.9 \times 1.96 \times 2 + 0$$

$$\therefore 0 = 0 + 0 = 2.9 \therefore 1.96 + 0 = 2.9 \text{ ل } 2 \text{ ث}$$

أى أن : الجسم إلى قاعدة المستوى بسرعة ٢.٩ سم / ث فى  $\frac{1}{49}$  ث

- (II) سيارة م كتلتها ٤ طن تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها ٥ م / ث فى خط مستقيم على مستوى أفقى صدمت سيارة أخرى ب ساكنة كتلتها ٣ طن و بعد التصادم مباشرة كانت سرعة السيارة ب بالنسبة للسيارة م هى ٢ م / ث ، أوجد مقدار السرعة الفعلية لكل من السيارتين بعد التصادم



## الحل

باعتبار اتجاه السيارة الأولى قبل التصادم موجباً

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$\therefore 4 \times 5 + 3 \times 0 = 4 \times v_1' + 3 \times v_2'$$

$$\therefore 20 = 4v_1' + 3v_2' \quad (I)$$

بعد التصادم : بفرض أن : ع = ع<sub>م</sub> ، ع = ع<sub>ب</sub> ،

$$E = E_p - E_k = E_p - E_k$$

$$E_p = E_k \therefore 20 = 4v_1' + 3v_2' \quad (II)$$

بضرب (II)  $\times 3$  و جمعها مع (I) ينتج : ٢٨ = ع<sub>م</sub>

$$\therefore E = 28 \text{ ث / م} \therefore E = 28 \text{ ث / م}$$

## الاختبار الثانى

السؤال الرابع :

(١) هبطت عربة سك حديد كتلتها ٢٠ طن من السكون على منحدر يصنع مع الأفقى زاوية جيبها  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  ضد مقاومات مقدارها ١٤ ث كجم لكل طن فوصلت إلى أسفل المنحدر بعد أن قطعت مسافة ٣٥٠ متر عليه و عند أسفل المنحدر اصطدمت بعربة أخرى ساكنة و مساوية لها فى الكتلة فسارت العربتان معاً كجسم واحد على طريق أفقى فإذا سكنت العربتان بعد دقيقة واحدة من لحظة تصادمهما أوجد المسافة الأفقية التى تحركتها العربتان معاً

الحلـ

معادلة الحركة للعربة التى على المنحدر :

$$L = L \cos \theta - \theta$$

$$\therefore 20 \times 10 = 20 \times 9.8 \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$- 9.8 \times 20 \times 14$$

$$\therefore 100 = 140 - 137.2 \text{ ومنها : } d = 0.28 \text{ م / ث}$$

سرعة العربة عند قاع المنحدر :

$$v = v_0 + at = 0 + 0.28 \times 20 = 5.6 \text{ م / ث}$$

عند التصادم : بفرض أن  $v$  هى سرعة العربتان عندما تتحركان كجسم واحد

$$20 \times 1.4 = 20 \times v + 20 \times 0 \text{ ومنها : } v = 1.4 \text{ م / ث}$$

$$\text{بعد التصادم : } v = 1.4 \text{ م / ث ، } v = 0 \text{ م / ث ، } v = 0$$

$$v = v_0 + at \text{ ومنها : } d = 0.28 \text{ م / ث}$$

$$v = v_0 + at \text{ ومنها : } d = 0.28 \text{ م / ث}$$

$$v = v_0 + at \text{ ومنها : } d = 0.28 \text{ م / ث}$$

## الاختبار الرابع

السؤال الثالث :

(١) قذفت كرة كتلتها ٢٠٠ جم بسرعة ٢١ متر / ث على مستوى أفقى ضد مقاومات تعادل  $\frac{1}{4}$  من وزنها و بعد ١٠ ثوان صدمت كرة أخرى مساوية لها فى الكتلة تتحرك بسرعة ٧ متر / ث فى الاتجاه المضاد فإذا تحركت الكرتان معاً كجسم واحد بعد التصادم أحسب أولاً : السرعة المشتركة للكرتين ثانياً : دفع كل من الكرتين على الأخرى

الحلـ

$$\text{قبل التصادم : } L = 21 \text{ م / ث}$$

$$\therefore L = 21 - \frac{1}{4} \times 21 = 15.75 \text{ م / ث}$$

$$\therefore L = 21 - 9.8 \times \frac{1}{4} = 17.5 \text{ م / ث}$$

$$\therefore L = 17.5 + 7 = 24.5 \text{ م / ث}$$

$$21 = 10 \times 14 + 20 \times v$$

عند التصادم :

نعتبر أن اتجاه سرعة الكرة الأولى

قبل التصادم موجباً و أن السرعة

المشتركة للكرتين بعد التصادم مباشرة  $v$ 

∴ مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

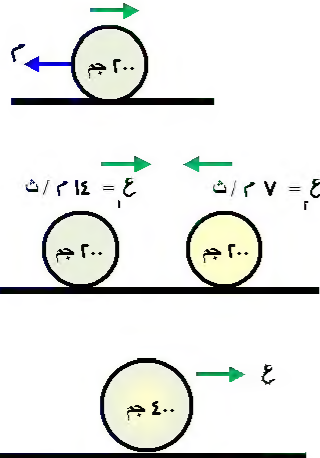
$$\therefore L_1 + L_2 = (L_1 + L_2) v$$

$$\therefore 21 + 7 = 20 \times v + 20 \times 14$$

ومنها :  $v = 3.5 \text{ م / ث}$  فى اتجاه حركة الكرة الأولى

دفع الكرة الأولى على الكرة الثانية = التغير فى كمية حركة الكرة الثانية

$$L = (L_2 - L_1) v = (7 - 21) \times 3.5 = -49 \text{ كجم م / ث}$$



أن السرعة المشتركة للكرتين بعد التصادم مباشرة ع  
 $\therefore$  مجموع كميتى الحركة قبل التصادم =  
 مجموع كميتى الحركة بعد التصادم  
 $\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$   
 $\therefore 2 \times 12 - 7 \times 28 = 2 \times 0 + 7 \times v$   
 ومنها :  $v = 0,6$  م / ث فى اتجاه حركة المطرقة  
 دفع المطرقة للعمود = التغير فى كمية حركة العمود  
 $\therefore \Delta p = (m_2 v_2' - m_2 v_2) = (7 \times 0,6 - 0) = 4,2$  كجم . م / ث  
 متوسط مقاومة الأرض :  
 $\therefore F \times d = \Delta p \Rightarrow F \times 0,24 = 4,2 \Rightarrow F = 17,5$  كجم . م / ث  
 ومنها :  $F = 17,5$  نيوتن =  $17,5 \times 9,8 = 171,5$  ث كجم

تم بحمد الله تعالى

أحمد الشنتوي

دفع الكرة الثانية على الكرة الأولى = التغير فى كمية حركة الكرة الأولى  
 $\therefore \Delta p = m_1 (v_1' - v_1) = (2 \times 0 - 2 \times 12) = -24$  كجم . م / ث

### الاختبار الخامس

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(٢) اثرت قوة مقدارها ٥ ث كجم على جسم ساكن كتلته ٤٩ كجم لمدة ٣ ثوانى فإن سرعة الجسم فى نهاية هذه المدة = .... م / ث

الحل

$\therefore$  الجسم ساكن ،  $u = 0$  ،  $v = ?$   
 $\therefore 5 \times 9,8 \times 3 = 49 \times (v - 0)$  ومنها :  $v = 3$  م / ث

السؤال الرابع :

(١) عند عمل أساس احدى العمارات استخدمت مطرقة كتلتها ٤٨٠ كجم

من ارتفاع ٢,٥ متر على عمود أساس خرساني كتلته ١٢٠ كجم

فيكونان جسماً واحداً يغوص فى الأرض مسافة ٢٤ سم أوجد :

أولاً : السرعة المشتركة للمطرقة و العمود بعد التصادم مباشرة

ثانياً : دفع المطرقة للعمود

ثالثاً : متوسط مقاومة سطح الأرض للمطرقة و العمود

الحل

سرعة المطرقة قبل التصادم بالعمود مباشرة :

$$v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \times 9,8 \times 2,5 \Rightarrow v = 7$$

ومنها :  $v = 7$  م / ث

عند التصادم :

نعتبر أن اتجاه سرعة المطرقة قبل التصادم موجباً و

